
M17235


22500510355

EDICION DE "EL ESTUDIO"

ESTUDIO

DE LAS

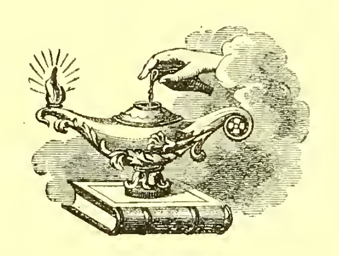
AGUAS DE AXOCOPAN

(DISTRITO DE ATLIXCO ESTADO DE PUEBLA)

POR EL

PROFESOR J. BIBIANO CARRASCO

Catedrático de Química General
en el Colegio del Estado de Puebla, catedrático de Química Industrial en la Escuela de Artes
y Oficios de la misma ciudad, etc., etc.



MÉXICO
OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO,
Calle de San Andrés, núm. 15.

1889

Al Sr. D. Uriel Alatriste, Jefe político del Distrito de Atlixco.

Puebla, Noviembre de 1889.

Mi estimado amigo:

Cuando se dignó vd. encomendarme el análisis de las aguas minerales de Axocopan, sentí la necesidad de hacer un esfuerzo por ayudarlo en la obra de progreso que se habia propuesto realizar en ese Distrito. Son tan pocos los gobernantes que siguen el camino que vd. ha emprendido para llevar al engrandecimiento los pueblos que gobiernan, que los que así obran, merecen no sólo ser secundados en sus propósitos, sino que se les tribute todo el respeto á que son acreedores. Por esto es que aun cuando mi obligacion, como práctico en el desempeño de mi encargo, hubiera estado satisfecha con darle la síntesis química de ese trabajo, en la forma que comunmente se usa, opté por hacer un opúsculo que pudiera poner de relieve el mérito de ese venero de riqueza que posee ese mismo Distrito en sus aguas minerales.

Creo que no tiene más mérito este trabajo que el de ser el testimonio de la admiracion que por el gobernante digno é ilustrado tengo.

Espero que así lo recibirá vd.

J. B. Carrasco.

ESTUDIO DE LAS AGUAS DE AXOCOPAN.

Así como en los espacios siderales se presentan de lejos en lejos meteoros luminosísimos para atestiguar la magnificencia de la creación; meteoros que el hombre contempla con arrobamiento, sin comprender ni explicar su existencia, porque para apreciarlos necesita que transcurra el tiempo, en razón de que su inteligencia no puede abarcar con una sola mirada ó con una sola contemplación la grandiosidad de esos fenómenos; del mismo modo en la ciencia, de cuando en cuando se realizan hechos que, por su magnitud, abisma la inteligencia humana hasta el grado que no puede comprenderlos; hechos cuya trascendental influencia no estima el hombre desde luego, pues que no se pueden abarcar en un momento, ni se pueden apreciar en todo su conjunto, es preciso que el tiempo los aleje, los coloque á la distancia de la vista distinta intelectual, para que se perciban con toda claridad y puedan ser estimados en todo su valor.

Entre esos hechos hay uno grandioso hasta el infinito, no sólo porque tuvo el prestigio de destronar teorías arraigadas profundamente en el cerebro de los sabios, y presentar á la verdad en su más espléndida pureza, sino porque completó la base sobre que debía descansar el grandioso edificio de la Química. Ese hecho fué el descubrimiento de la naturaleza ó composición química del agua.

Que el agua era un elemento: tal fué la opinión admitida por la antigua ciencia, pues la comprendía en el número de los que, según las teorías de entonces, formaban todo lo existente en la Naturaleza. La filosofía de los tiempos de Aristóteles y Platón, había admitido que el agua, el aire, la tierra y el fuego, eran los únicos elementos que la naturaleza ponía en juego para formar los cuerpos: error muy natural, porque no nacía la ciencia verdadera, ni soñaba siquiera el hombre en seguir la vía experimental para llegar á la adquisición de ideas positivas respecto de la composición y propiedad de los cuerpos; era necesario, por consiguiente, que las conclusiones que estaba obligado á deducir de la observación simple de los fenómenos que ante su vista producían los cuerpos, tuvieran en sí el carácter de la época, esto es, debían carecer del sólido apoyo de la comprobación, porque no era posible que se fundaran los principios con esa certidumbre y generalidad con que hoy se establecen las leyes en las ciencias naturales.

La idea de la simplicidad de la naturaleza del agua, idea que nació en tiempos muy lejanos, que fué transmitida de siglo en siglo, por el hecho mismo de haber subsistido tanto tiempo como verdadera, debió haber tomado un carácter tal de evidencia, que nadie se atrevía á pensar en que esa idea fuera falsa, y mucho menos cuando se inventa-

ron teorías que la afirmaban, aunque indirectamente, pues además de que carecían esas doctrinas del apoyo de la experiencia, se creaban con el fin de explicar hechos cuyas causas no eran conocidas, y por tanto, eran tan falsas las teorías como los casos para que eran inventadas. Se necesitaba un genio que intuitivamente comprendiera, que adivinara, si se quiere, los hechos, y que tuviera además el valor de ponerse enfrente de todos los sabios de su siglo para probarles experimentalmente la falsedad de sus ideas. Ese genio fué Lavoisier, y uno de los hechos con que destronó las antiguas ideas fué el descubrimiento de la composición del agua.

Es preciso, antes de relatar la historia de este descubrimiento grandioso, que por su palpitante interés se consignará en este Opúsculo, tomando al efecto los datos publicados por Sefort en su "Tratado de Química Hidrológica," conocer el estado de la ciencia en los momentos en que ese descubrimiento tuvo verificativo, pues así se puede apreciar en todo su esplendor.

I

El conocimiento de los metales más comunes data de la época de las primeras sociedades. Todos los historiadores están conformes en que los primeros esfuerzos hechos por el hombre sobre la industria humana, se remontan á los tiempos de los Indios, de los Caldeos, Asirios, Persas, Chinos, etc., creyendo, por lo mismo, que las primeras industrias han debido nacer en el Asia. Y no es admitida esta creencia solamente por razón de que fueron las primeras sociedades civilizadas las que poblaron aquellas comarcas, sino porque siendo esas regiones eminentemente ricas en minas metálicas, de las cuales muchas de ellas se hallaban á flor de tierra, era preciso que los metales que en la naturaleza se presentan en el estado nativo, es decir, libres, como el cobre, el oro, la plata, fueran los primeros empleados en usos industriales.

Pero en aquellos tiempos se tenía un conocimiento imperfecto acerca de las propiedades de los metales, lo cual dió lugar á que surgiera una idea singularísima bajo todos sus aspectos, y que esa idea preocupara tanto á los hombres científicos, que fué extendiéndose hasta llegar á ser dominante en el Asia y en el Egipto. Se creía que esos cuerpos eran susceptibles de convertirse en oro, sometiéndolos á tratamientos especiales; que el plomo, el fierro, el cobre y demás metales conocidos, eran bosquejos del oro, y por esto fueron denominados metales viles, medios metales ó metales imperfectos. Cada quien poseía un procedimiento particular para realizar esa maravilla, mas se inventaron tantos, que se hizo necesario recogerlos, reunirlos, organizarlos, para formar una especie de doctrina que guiara á los prácticos en sus manipulaciones. De esta manera llegó á organizarse la *Ciencia Hermética*, ciencia que profesaron los filósofos de la Escuela de Alejandría, la cual tomó su nombre, según la creencia árabe, del nombre de Hermes Trimegisto, quien la inventó veinte siglos antes de Jesucristo.

Fueron ensanchándose los conocimientos y en su desenvolvimiento nacieron teorías, hasta que se llegaron á concebir los dos ideales, los dos temas que han constituído los delirios del hombre en todos los períodos de su vida y de su historia: la adquisición de inmensas riquezas y la prolongación de la vida más allá de los límites que la Naturaleza le ha señalado. De esos delirios quizá han de haber emanado las teorías que apoyaron la creación de aquel empirismo, que con el transcurso de los siglos había de conquistar el sublime carácter de ciencia, y de ciencia de las más importantes. Mas como en aquella época de absoluta ignorancia, las teorías relativas á la modificación de los metales eran conocimientos exclusivos de los sacerdotes y de los filósofos, se ligaron á los misterios de la religión, y aun á los principios de las demás ciencias conocidas, quedan-

do por lo mismo prohibido, no sólo la revelación de las mismas teorías, sino aun de los procedimientos que habian de realizarlas: los maestros estaban conminados con la pena de muerte si hacían alguna revelación; y hasta para comunicarse con los iniciados en esos misterios, se valían del lenguaje simbólico.

Se sabía únicamente que el fin de la *Gran Obra* ó del *Arte sagrado*, como se denominaba también el conjunto de procedimientos conocidos, era, el descubrimiento de la *Piedra filosofal* ó *Mercurio de los sabios*, y la preparación de la *Panacea universal*, que entre ambas cosas debían de procurar la salud y la riqueza.

Unos prácticos decían que la piedra filosofal era el azufre, ó el cinabrio (sulfuro de mercurio); otros, que era el arsénico, que tiene la própiedad de blanquear el cobre; otros, que era el cadmio, que podía comunicarle un color amarillo al propio metal: en tesis general, la piedra filosofal era algo sobrenatural, que no podía ser asida sino en condiciones físicas extraordinarias; pero firmemente se creía que esa substancia debía producir el cambio de un vil metal ó metal imperfecto, en metal perfecto ú oro: se admitía además que una parte de esa substancia debía producir la conversión de diez mil partes de un metal en oro. La panacea universal, que daba el secreto de curar todas las enfermedades y prolongar la vida, era para algunos una tintura mercurial, y para otros, tintura de oro y plata.

Todas estas teorías fueron transmitidas hasta los alquimistas, químicos de la Edad Media, quienes profesaron necesariamente iguales creencias, iguales prácticas, los mismos procedimientos, pues gracias á las revelaciones que en sus obras hicieron los filósofos paganos de los primeros siglos de la Era Cristiana, pudieron conocerse los principios y aun las operaciones que con tanto empeño ocultaron los herméticos: no hubo más modificación que la originada por la época, pues por razón del oscurantismo que reinaba en las sociedades de Europa en esos tiempos, se creía en la influencia de seres sobrenaturales, en la influencia de los ángeles buenos ó malos, y el fenómeno químico ó físico más sencillo se atribuía á un agente sobrenatural: la Física se llamaba *Ciencia oculta;* la Química, *Ciencia negra* ó *Alquimia.* Las ideas de esa época llegaron hasta el delirio, pues para significar el poder de la Alquimia, Amato Lucitano aseguraba haber visto en el laboratorio de Julio Camilo, en un vaso colocado, un hombre de una pulgada de tamaño, que había sido formado por medio de reacciones.

Exceptuando á los griegos y á los árabes, toda la Europa estaba sumergida en una profunda barbarie, durante el período comprendido entre el noveno y trece siglos: los árabes abrazaron con entusiasmo las doctrinas místicas del Arte sagrado y de la Alquimia: aun publicaron muchas obras sobre el arte de transformar los metales convirtiéndolos en oro, y sobre la preparación de la panacea universal; pero fijaron su atención especialmente en la preparación de los medicamentos, procurando por esta razón grandes beneficios á la ciencia de hoy, que conserva muchas de las fórmulas inventadas por aquellos sabios, y muchos de sus procedimientos.

Desde el siglo trece al diez y seis, la Alquimia se extendió en toda la Europa y fué cultivada con más entusiasmo que nunca: durante este período de tiempo fué cuando la historia de los metales se enriqueció con multitud de hechos: buscando la piedra filosofal, los alquimistas sometían los metales á cuantas pruebas les sugería el empeño de convertirlos en oro, y esas pruebas eran practicadas con tal perseverancia, que muchos se prolongaban años: de este modo descubrieron los alquimistas la mayor parte de las propiedades de los metales, así como el mayor número de sus combinaciones, cuyos datos recogió por fin la ciencia para engalanar con ellos las obras científicas que se han escrito en la actualidad para la enseñanza.

Pero aún no se interpretaban de un modo racional los fenómenos que producían los

metales al ser sometidos á las experiencias; ni existía teoría alguna que condujera á aquellos químicos á la explicación de lo que se realizaba en cada caso: por el contrario, se inventaron algunas que fueron aceptadas universalmente; teorías que gozaron de un prestigio incotrastable, y cuya influencia se convirtió en obstáculo que detenía al genio en su marcha ascendente.

Una de las teorías que gozó de más prestigio fué la que Stahl emitió á principios del siglo pasado; se arraigó de tal modo que no pudo ser abandonada sino hasta la revolución que operó Lavoisier hace cien años. Stahl consideraba los metales formados de *cal ó tierra metálica* unida á una substancia elemental especialísima, semejante al *Eter* de los físicos, á cuya substancia elemental debían su combustibilidad: esa substancia la denominó *Flogisto;* diferentes cantidades de este componente de tierra metálica y de otro cuerpo que llamó *tierra mineral,* constituían la naturaleza de cada metal. Dió al acto de la combustión una importancia capital, pues de ella hacía depender todos los fenómenos químicos; por esta razón consideraba necesario el fuego para que esos mismos fenómenos se realizaran: formó así un cuerpo de doctrina que subordinara todos los hechos conocidos, contribuyendo de ese modo al mayor desenvolvimiento de la Química.

Todo cuerpo combustible contenía flogisto, según Stahl, y la combustión se verificaba precisamente porque el flogisto se desprendía del cuerpo al arder: después de ese desprendimiento quedaron los cuerpos incombustibles; por el contrario, siempre que los cuerpos lo absorbían, recobraban su poder combustible. Además, cuando el flogisto se desprendía de los cuerpos, adquiría un movimiento giratorio velocísimo, de donde nacían el calor y la luz que caracterizaba el acto de la combustión; el calor y la luz eran, pues, propiedades del flogisto en movimiento.

Los metales que se calcinaban cambiaban de aspecto necesariamente; perdían sus propiedades características porque perdían su flogisto, el cual formaba parte de su naturaleza ó de su propia substancia, y recobraban su estado metálico cuando se les restituía su flogisto calentándolos con carbón, grasas ó aceites. La combustión de los vegetales era explicada en esta teoría diciendo que su flogisto se escapaba en la forma de aceite esencial, ó quedaba mezclado en parte al carbón que producían, si no ardía al contacto del aire. Por fin, toda propiedad de los cuerpos, ó todos los fenómenos que los mismos cuerpos producían en sus reacciones al combinarse ó al descomponerse, eran el resultado de la ausencia ó presencia del flogisto, de la fijación ó separación de este cuerpo imaginario, que Stahl constituyó en agente universal.

La simplicidad de esta teoría, por errónea que fuera, encantó á los químicos, pues la aceptaron y defendieron con decidido empeño hasta el punto de que algunos se oponían á admitir la importancia que tenían los descubrimientos realizados por Lavoisier: reinó, pues, esta teoría, sin contradicción alguna durante mucho tiempo, y fué bastante para las explicaciones científicas en el transcurso de medio siglo.

Hasta mediados del siglo pasado no se había sometido el agua á experiencias serias y bien dirigidas: para que así se hubiera obrado, era preciso que los alquimistas desecharan las preocupaciones que habían recibido como legado de los herméticos, que se iniciara la aurora de la Química: efectivamente, hasta que los químicos adoptaron la experimentación para sus estudios, no pudieron tener fruto en sus investigaciones. No se había sometido el agua á experiencias rigurosas: su naturaleza había sido el tema de hipótesis hasta extravagantes y absurdas: existía un dato únicamente, que los alquimistas habían consignado, que haciendo hervir el agua mucho tiempo en un aparato destilatorio de vidrio, abandonaba una materia térrea: esto habían dado á conocer los alquimistas, admitiendo, para explicar ese hecho, que el agua era susceptible de conver-

tirse en tierra, pues no podían comprender, ni mucho menos explicar de otro modo, el fenómeno que observaban en la destilación del agua. Lavoisier y Scheele probaron cada uno por su parte que esa pretendida tierra era cilicato de calcio que el agua tomaba del vidrio en que era destilada, y que tenía que abandonarlo por efecto de su volatilización. Grande fué la importancia que desde entónces adquirió la historia del agua, pues no solamente iba á ser revelada su naturaleza, sino que las experiencias á que debía someterse debían influir de un modo poderoso en el desarrollo de la Química. Tal era el estado en que se hallaba la ciencia en esa época.

II

Por los años de 76 á 77 del siglo pasado, Macquer, en colaboración con Sigad-Lafond, estudiando la flama del aire inflamable (así se denominaba el hidrógeno), que ardía desprendiéndose de una botella, observó que esa flama no producía humo; que si se procuraba ponerla en contacto con un cuerpo frío, un plato por ejemplo, se cubría éste al derredor del espacio tocado por la flama de multitud de gotitas semejantes al rocío: conoció por fin que era agua, quedando muy sorprendido al ver que en la combustión de ese cuerpo no se produjera humo como en las demás combustiones hasta entonces conocidas. Y no obstante su admiración por un caso tan extraordinario, caso que le ofrecía la oportunidad de realizar uno de los más grandes descubrimientos, no quiso, ni se preocupó de investigar la causa; indudablemente que si se hubiera detenido para inquirirla, habría sido conducido hasta la inmortalidad: se contentó con señalar el hecho únicamente.

Poco tiempo después de ese notable suceso, recibió Priestley una carta fechada en Birminghan el 18 de Abril de 1781, en que Warltiri, químico inglés, le decía que preocupado con la duda de si sería ó no pesante el calor, se le ocurrió quemar por medio de la electricidad algunos gases, colocándolos en un globo de cobre de capacidad y peso conocidos, y que sometiendo una mezcla de hidrógeno y oxígeno á la acción de una descarga eléctrica, se depositaba agua sobre las paredes del vaso en que practicaba la experiencia. Procedió inmediatamente Priestley á repetir las experiencias de Warltiri, usando un vaso de vidrio, y vió, en efecto, la condensación del agua en las paredes del vaso. Admirado profundamente de esos resultados, no pudo menos que comunicárselo á su amigo James Watt, quien le contestó con fecha 26 de Abril de 1783, lo que sigue: "¿Cuáles son los resultados de vuestra experiencia? Agua, luz y calor. ¿No estamos autorizados, por lo mismo, á deducir que el agua está compuesta de dos gases, uno hidrógeno y el otro oxígeno, privados de una parte de su calor latente ó elemental; que el oxígeno es agua privada de su hidrógeno, pero unida al calor y á la luz latentes? Si la luz no es más que una modificación del calor, ó una simple circunstancia de su modo de manifestación, ó una parte componente del hidrógeno, el gas oxígeno será el agua privada de su hidrógeno, pero unido al calor latente."

No es posible, al decir de Lefort, definir con más propiedad, con más rigor, la composición ó naturaleza del agua, que como lo hizo Watt.

Priestley enseñó la carta de este físico á algunos sabios de Londres, y después la envió á Sir Joseph Banks, Presidente de la Sociedad Real, con el objeto de que fuera leída en una de las sesiones de esa Corporación científica, pero no se le dió lectura sino hasta un año después; sin embargo, fué depositada en los archivos de la Sociedad, figurando en el 74º volúmen de las "Transactions philosophiques," con su verdadera fecha de 26 de Abril de 1783, y señalada especialmente por el secretario de esa Sociedad.

No hay duda que este es un título de prioridad, que la historia de la Química jamás se atreverá á negar; pero del cual nunca ha hecho mérito, ni tenido en cuenta.

Todas las experiencias que los sabios ingleses habían hecho, relativas al agua, fueron repetidas por Cavendish, seguramente impresionado por las observaciones de Warltiri y de Priestley, y muy probablemente conociendo ya la conclusión que Watt había deducido de los hechos. Así llegó el mismo Cavendish al punto que llegó Watt, pero asegurando de un modo más positivo "que el gas oxígeno era agua privada de flogisto, el gas hidrógeno agua saturada de esa misma substancia hipotética; y en fin, que por la combinación recíproca de estos dos gases, el agua reaparecía en su estado primitivo." Pero es importante considerar que esta conclusión de Cavendish no fué comunicada á la Sociedad Real de Londres, sino hasta el 15 de Febrero de 1784, época en que todos los químicos y físicos sabían perfectamente que el hidrógeno ardiendo producía agua: más aún, cuando en Francia ya había probado Lavoisier que el agua era un cuerpo compuesto.

Mientras Cavendish se dedicaba á investigaciones análogas á las que habían practicado Macquer, Warltiri, Priestley y Watt, por su parte los químicos franceses trabajaban impulsados por el mismo pensamiento.

A consecuencia de estos trabajos, anunció Lavoisier, en una Memoria leída en la Academia de Ciencias de Paris, á fines del año de 1783, que las primeras tentativas que había hecho para descubrir la naturaleza del agua, databan de los años de 76 á 77, es decir, al momento mismo en que Macquer observaba la producción del agua durante la combustión del hidrógeno en el aire: en esa Memoria manifestó, además, que había conseguido producirla el 24 de Junio de 1783, sintetizándola por medio de dos depósitos neumáticos diferentes, que suministraban hidrógeno uno y el otro oxígeno, en cantidades suficientes para que se pudiera sostener la combustión mucho tiempo.

Esta experiencia adquirió gran celebridad, porque al día siguiente en la mañana, comunicaron Lavoisier y Laplace á la misma Academia de Ciencias, que el agua no es un elemento, sino una combinación de aire inflamable y de aire vital (hidrógeno y oxígeno).

Por otra parte: mientras Cavendish en Inglaterra, y Lavoisier en Francia se dedicaban á ese género de estudios, Monge, que entonces vivia en Mezieres, llegaba á idénticos resultados, probando que el peso del agua obtenido por la combustión del hidrógeno y del oxígeno era poco más ó ménos igual al de los gases empleados. "Ignorábamos entonces, dijo Lavoisier, que Monge se ocupara del mismo estudio;" no tuvimos conocimiento de esta circunstancia sino después de algunos días, por una carta que dirigió á M. Vandermond, y que éste leyó á la Academia.

En la Memoria que Lavoisier presentó á la Academia de Ciencias de París, á fines de 1783, existe otro párrafo que es necesario transcribir textualmente, porque los historiadores olvidando la parte considerable que á Watt corresponde en el descubrimiento de la naturaleza del agua, se ha atribuído falsamente el honor á Cavendish. "El 24 de Junio de 1783 fué el día en que hicimos esta experiencia M. Laplace y yo, en presencia de MM. Leroi, Vandermond, de muchos otros académicos y de M. Blagden, actual Secretario de la Sociedad Real de Londres: este señor nos manifestó que M. Cavendish había ensayado ya en Londres, hacer arder aire inflamable en vasijas cerradas, y que había obtenido una cantidad sensible de agua."

Por razón de que Lavoisier no habla de Watt, cuya carta á Priestley no se conocía evidentemente en Francia, se ha deducido la consecuencia, que cuando Lavoisier y Laplace participaron el resultado de sus trabajos á la Academia de Ciencias, Cavendish había fallado respecto de la composición del agua. Pero nada es ménos cierto que esta

aserción: se recordará, en efecto, que el 25 de Junio de 1783 fué cuando Lavoisier y Laplace anunciaron á la Academia de Ciencias de Paris el resultado de su experiencia, en tanto que la publicación de la Memoria de Cavendish á la Sociedad Real de Londres fué hecha el 15 de Febrero de 1784: y si es cierto que Lavoisier fué informado por Blagden, en presencia de testigos, que Cavendish había ensayado en Lóndres quemar aire inflamable, y que así había obtenido una cantidad bien sensible de agua, también lo es, que entre esta reacción, que ya era conocida de todo el mundo, y la aseguración formal de que el agua es un compuesto de hidrógeno y oxígeno, hay una distancia considerable. ¿Cómo se podría creer, además, que siendo Lavoisier tan minucioso en la historia de los hechos que estudiaba, tan exacto en todo cuanto escribía, hubiera llegado en compañía de Laplace, á indicar ante la Academia de Ciencias de Paris, con la solemnidad que lo hizo, dándole á ese hecho todo el carácter de un descubrimiento, que "*el agua no es un cuerpo simple; es un compuesto formado por pesos fijos é invariables de aire inflamable y aire vital*" si hubiera sabido por Blagden que Cavendish había formado la misma conclusión?

Es verdad que en una adición que Blagden hizo con el consentimiento de Cavendish, se da á las experiencias practicadas por este químico la fecha del Estío de 1781, pero es verdad también que según las investigaciones de Lord Bronghan, esta adición es posterior á la llegada de la Memoria de Lavoisier á Inglaterra: naturalmente se comprende que Blagden no tiene más mira que dar á Cavendish, su amigo, toda la honra del descubrimiento hecho por Watt, después de la confirmación de ese descubrimiento realizado por Lavoisier. Seguramente que este juicio es grave; mas las conclusiones á que llegó Bronghan en el examen que con tanto cuidado y tan particular atención hizo de la historia de este descubrimiento, son perfectamente fundadas. Estas son las conclusiones:

"1ª No hay pruebas de que otra persona antes que Watt haya dado en documento escrito la teoría actual de la composición del agua."

"2ª Que Watt estableció esta teoría, por el año de 1783, en términos más claros que como lo hizo Cavendish en su Memoria á la Sociedad Real de Londres, presentada en Febrero de 1784. Haciendo figurar el desprendimiento de calor latente en la composición del agua, Watt ayudó eficazmente á la claridad de su concepcion."

"3ª Que no hay ni prueba, ni aserción alguna de donde se infiera que la teoría de Cavendish (Blagden la llama conclusión), haya sido comunicada á Priestley ántes de la época en que Watt hubiera consignado sus ideas, en su carta de 26 de Abril de 1783; y que con mayor razón, en nada se puede fundar la suposición, sobre todo, cuando se ha leído la carta de Watt, que este ingeniero haya aprendido algo relativo á la composición del agua, ya sea de Priestley, ya de cualquiera otra persona."

"4ª Que la teoría de Watt era conocida de los miembros de la Sociedad Real de Londres, mucho antes que Cavendish hubiera consignado sus conclusiones por escrito, ocho meses ántes de la presentación de este químico á esa Sociedad. Aún se puede llegar á esta otra deducción de los hechos y pruebas de este juicio: que Watt fué el primero que habló de la composición del agua, pues no existe prueba alguna de que haya habido persona que se hubiera anticipado á este químico en la emisión de estas ideas."

"5ª Que, por último, la natural é invencible repugnancia que existía para abandonar la doctrina del flogisto; la especie de timidez en contrariar esa teoría tan largo tiempo admitida, y tan profundamente arraigada, impidió á Watt y á Cavendish dar á su propia teoría todo el valor que tenía en sí; mientras que Lavoisier que había roto las cadenas que lo ligaban á las teorías antiguas; que había traspasado los límites marcados por las antiguas doctrinas, fué el primero que presentó la verdad en todo su esplendor."

Resumiendo se ve, que Watt concibió su teoría pocos días antes del mes de Abril de 1783, y que dos meses después Lavoisier, ignorando aún la hipótesis emitida por Watt, probó el primero en Francia que el agua era un compuesto definido de hidrógeno y oxígeno. En cuanto á la parte que á Cavendish concierne, se deduce de lo dicho, que este químico conocía ya la opinión de Watt, y que no se hubiera decidido á aceptarla absolutamente, sino después de que Lavoisier la sancionó.

Los nombres de Watt y Lavoisier deben ser los únicos que figuren en la historia del descubrimiento de la naturaleza química del agua.

Una circunstancia faltaba para que el notable descubrimiento de la composición del agua tuviera el carácter científico de la época, y sin restricción fuera aceptada la conclusión de Lavoisier: que la síntesis que había realizado este ilustre químico, fuera comprobada por el análisis: que fuera descompuesta el agua en sus elementos. Este fué el problema que emprendieron resolver en 1783 Lavoisier y Meusnier, fundándose en este razonamiento: "Si realmente el agua está compuesta de oxígeno y de hidrógeno, se podría descomponer y obtener separadamente uno de estos elementos, sin presentar al otro una substancia con la cual tenga más afinidad: supuesto que el hidrógeno tiene más afinidad por el oxígeno que por ningún otro cuerpo, no se podría intentar la acción de otro cuerpo sobre él para producir la descomposición del agua: es necesario por lo mismo, atacar el oxígeno."

Llevaron á la práctica su pensamiento estos dos químicos, obligando al agua á circular por un cañón de fusil lleno de torneadura de hierro, calentándolo previamente en un hornillo de reverbero: la fijación del aire vital ú oxígeno sobre el fierro y el desprendimiento del aire inflamable ó hidrógeno, permitieron á estos químicos confirmar por el análisis ese espléndido descubrimiento, y hallar, además, que el agua está compuesta de 85 partes, en peso, de oxígeno, y 15 partes de hidrógeno; números muy poco diferentes de los que se han fijado más tarde por medio de procedimientos muy preciosos.

Grande fué la influencia que en los anales de la ciencia tuvo el hecho, cuya historia se ha consignado: fué uno de los últimos que realizara Lavoisier en la célebre lucha que había emprendido para destruir aquella teoría de Stahl, que tanto tiempo había subyugado el talento de los químicos. Efectivamente: después de recoger los datos que Bayen suministró en 1774 respecto de la pérdida de peso del óxido rojo de mercurio, por efecto de su calcinación en vasija cerrada y sin adición de carbón; después de haber tomado nota de los trabajos de Sulzbah relativos al estudio de los metales, con el fin de conocer la verdad de lo que Stahl había establecido en su teoría, emprendió nuevamente el estudio de dichos cuerpos, llegando así á probar, que lejos de perder de su peso por el acto de la calcinación, ese peso aumentaba; que por lo mismo no era admisible aquella teoría; más aún, que los metales eran cuerpos simples.

Posteriormente descubrió la composición del aire, fijando el carácter y propiedades de los cuerpos que lo componen: demostró que uno de ellos, el oxígeno, al cual llamó aire vital, desempeña un papel demasiado importante en la naturaleza, pues no sólo intervenía en los fenómenos que producían los metales al ser calentados, sino en las funciones de la vida orgánica, por ser el elemento encargado de verificar el fenómeno de la respiración de los animales. Por último, descubrió la composición del agua, y esto le permitió relacionar el fenómeno de la combustión del hidrógeno con el de la fijación del oxígeno por los metales, al ser calcinados al contacto del aire, y formar su teoría sobre las oxidaciones, teoría que sirvió de base, como se dijo al principio de este opúsculo, al descubrimiento de las leyes de las combinaciones, cuyo conjunto constituye el pedestal de la más grande y sublime de las ciencias.

III

Seguramente que si se busca un ejemplo de los cuerpos que mayor importancia tienen en la naturaleza, en razón de las funciones que tienen que desempeñar, no se podría hallar uno más perfecto que el agua.

Hoy que la ciencia ha llegado á conocer las causas de muchos fenómenos, y á explicar el papel que desempeñan los cuerpos que en esos fenómenos intervienen: hoy que las teorías ó las hipótesis en las ciencias naturales han perdido el carácter empírico y aun gratuito que tenían en tiempos anteriores, pues para fundar alguna teoría se busca el modo de comprobarla con hechos, aun cuando la teoría se refiera á fenómenos cuya realización no se haya presenciado ó conocido perfectamente: hoy, el hombre no puede menos que maravillarse al considerar la influencia que el agua tiene y ha tenido en todos los períodos de la vida del mundo.

Que existe el agua en nuestro planeta desde que quedó constituído tal, no cabe duda: no solamente la teoría del enfriamiento de nuestro globo lo comprueba, sino una ley química descubierta por el eminente Lavoisier, dice de un modo evidente que por lo menos existían los elementos que forman la composición del agua, y que en ciertos momentos, esos elementos necesariamente debieron combinarse en cantidad bastante para que existiera en el mundo en la abundancia en que se halla. Esa ley fué enunciada en la forma en que se nos ha transmitido, y es ésta: "En las combinaciones ó en las descomposiciones, nada se pierde ni nada se crea."

Por otra parte, Büchner dice, y con razón, que la materia existe de toda eternidad; que ni se crea ni se destruye; que es eterna, como eterna é indestructible es la fuerza, pues que ésta, la fuerza, es propiedad de la materia; que lo único que pasa es que se transforman, que se cambian de modo de ser, que sufren metamórfosis; pero que jamás se destruyen, que nunca se acaban ó se extinguen. Estas verdades, que están al alcance de todas las inteligencias medianamente ilustradas, han obligado á todos los sabios á dar un completo asentimiento á la teoría que Ampere estableció para explicar el modo de formación del mundo, en cuya teoría figura el agua como una de las fuerzas importantísimas que determinaron la consolidación de la costra terrestre.

En esta teoría se asienta, que después de haber pasado nuestro globo por el *período del reinado del fuego*, en que la temperatura elevadísima del mismo globo mantenía en estado gaseoso los metales, que hoy se conocen y señalan con el carácter de duros y aun de infusibles, á consecuencia del enfriamiento que constantemente se operaba por la irradiación del calor mismo de la tierra, el oxígeno y el hidrógeno llegaron á la temperatura propia para que se convinieran y produjeran el agua, que había de coadyuvar eficazmente el propio enfriamiento, pues formada y condensada por un mayor enfriamiento en las altas regiones de la atmósfera, caía en cascadas ó en forma de lluvias torrenciales sobre esa grande hoguera que formaba el mundo; que era repelida por la misma elevación de temperatura, volviendo á caer después de un nuevo enfriamiento, y así en seguida hasta tomar posesión de la superficie de la tierra, después de haber producido el enfriamiento necesario para que los materiales que debían formar la costra sólida de la tierra, afectaran el estado que hoy tienen.

Mas no se limitó la acción del agua á producir ese enfriamiento y solidificación de las substancias con que inmediatamente se ponía en contacto, sino que obrando por su naturaleza sobre esas mismas substancias, debía cambiarlas de composición para que tomaran la que hoy tienen; porque no se concibe de otro modo cómo pudieran formarse esos cuerpos que en tal abundancia existen en nuestro suelo, en cuya composición figu-

ra el agua ó uno de sus elementos: con prodigalidad se podrían citar ejemplos de estos casos, pues hay muchos en la naturaleza, pero bastará uno solo y es éste: la *sílice*, cuerpo que está formado por dos elementos, uno silicio y el otro oxígeno, esa combinación es abundantísima en la naturaleza y notable, como otras, por las múltiples formas que reviste; constituye, en combinación con el agua, el cuarzo hialino ó cristal de roca, con el cual se forman artefactos de adornos muy estimados por su hermosura y dureza; los diamantes de Tolfa, el topacio del Brasil, el rubí de Bohemia, el ametista: sin agua produce el ágata, la calcedonia, el heliotropo, la venturina, el ópalo, etc.; interminable sería la lista de estos ejemplos, pues innumerables son las diferentes formas de la misma sílice, como las que otros cuerpos presentan, ya en combinación con el agua ó sin ella.

Desde esas remotísimas fechas que la ciencia aún no puede valorizar con certidumbre, desde antonces comenzó á desempeñar el papel que la naturaleza había asignado al agua, desde entonces figura con el carácter de poderoso agente, que la distingue en sus funciones.

En ese interregno, el carácter de su influencia tuvo dos fases: la una mineralógica, la otra geológica; en la primera, determinando la composición de los minerales; en la segunda, formando las capas de lo que se llama tierra; esto es, fijando la composición química de los cuerpos, cuyos materiales habían de colocarse del modo que hoy se ven constituyendo las capas geológicas. Pero aún no termina este trabajo, á pesar de los millones de siglos que los geólogos consideran que han transcurrido para la formación de esas capas, que son el objeto del estudio de la ciencia que profesan; á pesar de que la imaginación se pierde abismada de no poder estimar esa sucesión de siglos, incesantemente trabaja en el perenne cambio de la superficie de la tierra, porque es una fuerza viva é incontrastable, por razón de que de las propiedades físicas y químicas de este poderosísimo agente, se derivan esos constantes cambios de los terrenos en que transita.

Por su modo de ser físico, por las propiedades físicas que le son peculiares, está obligada á circular eternamente en la atmósfera y en la superficie de la tierra, á subsistir en un movimiento perpetuo. La mayor cantidad de agua existente se halla líquida, ocupando la porción más grande de la superficie de la tierra; pero también es sólida, como se encuentra en las regiones frías del globo ó en las altas montañas, en donde la temperatura es favorable para mantenerla en ese estado; además, es susceptible de afectar el estado gaseoso ó de vapor, como se halla siempre en la atmósfera. Así pues, de los mares y de todos los lugares donde se halla en grandes cantidades, se levanta en el estado de vapor que asciende á la atmósfera y la satura; se alcanza regiones donde pierda el calor que la mantiene en el estado de gas, se condensa y cae nuevamente á la tierra en forma de lluvia, ó de granizo, si el enfriamiento fué mayor ó de escarcha; si toca en su camino por el aire con las altas montañas, y su enfriamiento es suficiente, se depositará allí constituyendo la nieve que se observa en los volcanes; de ese estado pasará por la acción del calor solar al líquido, y se deslizará sobre la tierra en forma de torrentes, cascadas, ríos, ó penetrará en las profundidades de la tierra para surgir nuevamente á la superficie de ésta, formando los ríos también, los manantiales, pozos, lagos, lagunas, etc.

Por sus propiedades químicas es capaz el agua de disolver muchos cuerpos con que se pone en contacto, ya en la atmósfera, ya en la superficie ó en las entrañas de la tierra, de manera que la acción química que tiene sobre los cuerpos por sí sola, ó porque alguno de los que disuelve le comunique la propiedad de disolver otros, que pura no disuelve ó disuelve en pequeña cantidad, origina que el agua en la naturaleza esté cargada de muchos de los cuerpos que toca al seguir su tránsito por el mundo.

Estando, pues, el agua mineralizada por las substancias que disuelve, y siendo capaz de volatilizarse por cualquiera elevación de temperatura, es natural que deje como resíduo en su evaporación aquellos cuerpos, que los abandone como sedimento: esto da una idea perfecta del modo de formación de muchos de los terrenos que ha producido, los cuales se conocen con el nombre de *terrenos de sedimento.* Mas no es este el único modo de formación de los terrenos, pues tampoco es el único medio de que se vale el agua para transportar los cuerpos sólidos: su movimiento mismo es una fuerza viva, esto es, una fuerza que puede desarrollar otra: por esta razón en su curso sobre la tierra, al deslizarse sobre los fondos ó lechos de los ríos, arrastra consigo grandes cantidades de materias sólidas, que no disuelve, sino que arrastra ó empuja mecánicamente: así forma los *terrenos de aluvión* ó los *terrenos de acarreo.*

Pudiera creerse á primera vista que estos dos modos de acción del agua, serían insuficientes para producir las sorprendentes transformaciones que se dejan apuntadas; pero bastarán unos ejemplos para que se comprenda la soberbia magnitud de esos efectos la fuerza titánica del agua. Según Rennel el Ganges lleva al mar ochocientos sesenta mil ciento cuarenta y nueve metros cúbicos de tierra por hora, cuya cantidad forma apenas la bicentésima parte del volumen de esas aguas. El aluvión depositado por las aguas del Nilo forma la ciento veinteava parte de su volúmen, y es igual á cinco mil sesenta y ocho metros cúbicos. El Mississipí deposita dos mil setecientos cuarenta y dos metros cúbicos de tierra por hora. El Hoang-ho ó río Amarillo de China acarrea, por término medio en un año, veintiun millones de metros cúbicos de lodo. El Danubio lleva consigo sesenta millones, y en las épocas de las inundaciones, la cantidad de materiales que acarrea es cuarenta veces más grande que en la estación de las sequías.

Por otra parte, se dijo que antes que el agua disolviendo unos cuerpos, se apropia para disolver otros que en su estado de pureza no disuelve; por ejemplo, no disuelve el carbonato de calcio, sea cual sea la forma que éste presente en la naturaleza; pero sí antes disuelve el gas carbónico del aire, ó el que existe almacenado, porque allí en las profundidades de la tierra se produce; por donde circula el agua, disuelve el carbonato de calcio en cantidad proporcional al gas carbónico que tenga en disolución: surgiendo á la superficie de la tierra en esas condiciones, al ponerse en contacto con el aire, pierde el gas carbónico que lleva consigo, y por consecuencia el carbonato de calcio se precipita. De este modo se forman los depósitos que reciben el nombre de *toba, calcárea incrustante* ó *travertino;* así produce esos fenómenos de incrustación tan notables por sus formas, pues cuando esas aguas circulan sobre madera, la petrifican, como se dice en términos comunes, como petrifican los cuerpos que tocan: por esto es que se cubren de una capa caliza las conchas, las ramas de los árboles, los nidos de los pájaros, ó cualquiera otro cuerpo, tomando el carbonato de calcio que sobre ellos se deposita la forma misma del objeto que incrusta, y en muy poco tiempo adquieren esos cuerpos la apariencia de la piedra.

Esta es la explicación del fenómeno que se observa en los conductos por donde circula el agua de los manantiales del Rancho Colorado en la ciudad de Puebla, aun cuando las incrustaciones que producen esas aguas no sean de la misma naturaleza, ni de la importancia que tienen las que se realizan en los baños de Saint-Philippe, cerca de Radicofani, en Toscana; en la fuente de Saint-Alyre, en Clermont-Ferrand; en los manantiales de Saint-Nectaire, en Gimeaux; en la fuente de Orcher y otras mil. Esta última fuente, que desciende en medio de rocas escarpadas y cae en cascadas sobre los breñales que se hallan abajo, incrusta de sedimento calcáreo las piedras, los musgos y las yerbas que nacen entre las hendeduras: la regularidad de estas petrificaciones, la situación de este manantial, que desciende de una altura considerable entre las rocas

que caen sobre grandes pedruscos secos formados de greda, la hermosa vegetación de arbustos, de césped y musgos sobre una localidad seca y árida enteramente, hacen de esta fuente un lugar de los más pintorescos de las cercanías del Havre. La fuente de Saint-Alyre ha dejado depositar en el transcurso de los siglos tal cantidad de calcárea, que ha formado una muralla de setenta y ocho metros de longitud, y de poco más de seis metros de altura; y un puente de un efecto admirable, que parece construído por la mano del hombre.

Para concluir con estos ejemplos, que dan una idea de la potencia que posee el agua para transformar la superficie de la tierra, se puede considerar el modo de formación del alabastro, como se denomina el producto de las petrificaciones que se producen en las grutas, á través de cuyas bóvedas se infiltra el agua saturada de carbonato de calcio, bajo la influencia del anhidrido carbónico; producciones que son tan estimadas para la construcción de objetos del lujo más exquisito. Al escurrir el agua y perder el gas carbónico, abandona el carbonato de calcio que por agregación llega á formar esas soberbias columnatas, famosas en muchas grutas del mundo, en cuya lista figura en el primer lugar la de Cacahuamilpa, en la República. Grandioso es en verdad el papel que desempeña el agua en la naturaleza; y más espléndido parece cuanto más se revela su poder: por esta razón las conquistas científicas que el hombre realiza, y que lo van acercando al conocimiento íntimo del mecanismo de la naturaleza, lo ponen en aptitud de maravillarse más, al contemplar la sublimidad de la creación. Los últimos conocimientos que ha alcanzado la ciencia, siguiendo el camino que señaló Lamarque á principios de este siglo, que ensanchó Darwin, entre otros, con la mayor suma de conocimientos que Haeckel recogió para formar la más bella de las clasificaciones en el más hermoso ramo del saber humano, la Historia Natural; esos conocimientos no sólo han destruído las teorías que sirvieron de base á Cuvier para organizar su clasificación geológica, demostrando que no es el hombre á quien se deben referir las comparaciones de los diferentes organismos de la animalidad, sino la última expresión de las sucesivas metamórfosis de ellas: no solamente derrumbaron esas teorías tan arraigadas en la ciencia, tan sabiamente organizadas, los trabajos de esos ilustres naturalistas, sino que han revelado el modo de generación del Reino orgánico, y en ese modo juega el agua un papel más grandioso aún que el considerado hasta aquí.

No es, pues, mineral y geológica únicamente, si así se puede expresar esta idea, la influencia que el agua tiene en la naturaleza: no ha tenido solamente el carácter físico y químico que hasta aquí se ha observado: tiene otro modo de acción que podría constituirla en uno de los principales agentes de la vida. En efecto, después de haberse enseñoreado de la superficie de la tierra, y haber formado esos grandes depósitos que se llaman mares, algunos de los cuales no existen en razón de los cambios que ha sufrido el globo en su conformación geográfica, como existen otras que no existieron en los tiempos antiguos: reinando, pues, el agua en el mundo, dió origen al reino orgánico: en su seno brotó la forma primitiva de los seres, que con el transcurso de los siglos había de llegar á vegetal ó animal perfecto: en su seno apareció la Mónera, que modificándose incesantemente según las condiciones de su existencia y de sus medios ambientes, pero siempre ascendiendo en su perfeccionamiento, había de dar origen á las dos grandes ramas del Reino Orgánico, pasando sucesiva y necesariamente por todas las gradaciones vegetales ó animales, para llegar hasta la última perfección de los tipos conocidos: desde la simple célula hasta el árbol más bien conformado, ó hasta el hombre.

Sin necesidad de estar en consideraciones aún más profundas, observando sólo lo más tangible, lo más común, se podría decir: sin el agua no hay vida; es el principio de la

organización vegetal y animal; existe en los alimentos que sirven para sostener el ejercicio normal de las funciones orgánicas; no hay animal ni planta que no tenga necesidad del agua para que sus funciones fisiológicas se realicen; fácilmente se comprende que para desempeñar el importante papel que juega en la economía orgánica, es preciso que los alimentos la contengan; por esto es que todos, absolutamente todos ellos, tienen que ser modificados por el agua; unos se disuelven en ella para penetrar en la economía orgánica, otros solamente se reblandecen, esto es, son penetrados por ella; todos, en fin, son modificados: de este modo llega á formar parte de la constitución de los órganos: tal verdad ha sido revelada por el análisis, así se ha demostrado que todos los líquidos de la economía animal y vegetal contienen como elemento principal de su composición el agua, y hasta tal punto, que se puede asegurar que no hay substancia sólida ó líquida en el organismo, en cuya naturaleza no se halle el agua en cantidad siempre fija, de manera que el organismo ó el sér organizado retienen de este líquido la cantidad que necesita; la excedente, la expele por sus vías naturales, en cuya secreción expulsa los cuerpos que son nocivos á la economía orgánica. Además, nunca la germinación de una semilla se realiza sin el contacto y la acción del agua: desde el momento que comienza la existencia de una planta, el agua comienza á comunicarle su influencia bienhechora, suministrándole todos los elementos que necesita para su desarrollo y nutrición: el agua que se introduce por las espongeolas de las raíces, lleva en disolución, además de las substancias minerales que la planta necesita para la formación de sus diferentes órganos, para su desarrollo y el ejercicio normal de las funciones que éstos desempeñan, cierta cantidad de gas carbónico indispensable para su vida.

No es preciso hacer patente la necesidad que los animales tienen de agua para vivir, porque no sólo todo el mundo la conoce, sino que la siente á cada instante, por esa sensación que experimenta y que se llama *sed:* por lo mismo, para poder terminar estas consideraciones, bastará fijarse sobre la última influencia que el agua ejerce sobre cada uno de los seres organizados: para que éstos desaparezcan de la escena de la vida, para que se destruyan, necesitan agua; el animal, después de la muerte, como el vegetal, pierden los tejidos que forman los organismos, cuando esos tejidos han sufrido las transformaciones indispensables que los llevan á constituir la forma en que se restituyen á la naturaleza, los materiales que se han organizado bajo la influencia de la vida para dar el sér al animal ó al vegetal. Si no hay agua no hay fermentación pútrida, no hay putrefacción: los cadáveres de los animales se momifican, como se secan los vegetales ó sus órganos, esperando la presencia del agua para que al fin, cambiando de composición, vuelvan á su origen, es decir, á la naturaleza.

IV

Después de haber estudiado el carácter que el agua ha tenido y tienen los fenómenos naturales; después de haber considerado en el sentido más general el papel que representa en los fenómenos de la creación y transformación de todo lo existente en el mundo, se hace indispensable estudiarla en sus diferentes fases, para poder explicar y conocer otros fenómenos que aún no se han señalado, y la razón de las aplicaciones que el hombre hace constantemente de ese agente tan importante. Para llegar á ese fin, será preciso examinar tan diferentes clasificaciones que de ella se han hecho, buscando el modo de distinguir cada una de sus formas en la naturaleza.

Los naturalistas han dado los distintos nombres al agua, según que ocupa la atmósfera, que se halle en el aire saturándolo con su vapor, ó que se encuentre líquida en la

superficie de la tierra. La llaman *meteórica* en el primer caso, porque ella es la causa de los grandiosos y múltiples fenómenos á que da lugar por el estado de vapor en que allí se encuentra; en efecto, es la que produce las nubes con sus mil colores y formas, en cuyo seno se verifican aquellos grandiosos fenómenos eléctricos que se llaman rayos y aurora boreal; ella es la que descomponiendo la luz produce esos bellísimos meteoros que se distinguen con los nombres de arco-iris, halos, parrasalenes; ella es también la que engalana del modo más espléndido é inimitable los celages que se observan en la ciudad de Puebla, á la puesta del sol en las tardes del invierno, celajes que arroban el alma y hacen pensar en la sublimidad de la creación; es ella, en fin, la que da las lluvias que fecundizan los campos y dan vida á los vegetales.

Llaman *telúrica* el agua que se halla, como antes se dijo, líquida en la superficie de la tierra; pero como se presenta en diferentes formas, se ha sentido la necesidad de distinguir cada una de ellas con nombres especiales; por lo mismo, geográficamente las aguas que se reunen con la denominación de telúricas se clasifican en mares ó continentales, ya sea que constituya esa inmensa aglomeración que ocupa, sin solución de continuidad, la porción más grande de la superficie de la tierra, rodeando por todas partes la otra porción y que la divide en continentes y en islas; ó que exista localizada en el interior de los continentes, comunicando algunas veces con el mar. Las aguas continentales para ser mejor apreciadas, se comprenden en dos sub-grupos; el primero denominado aguas corrientes, y el segundo estancadas: el primero lo forman las cascadas, torrentes, ríos, arroyos y riachuelos: el segundo los lagos, lagunas, estanques, pantanos, etc.

Se ve, pués, por lo antes dicho, que con suma precisión se puede caracterizar una agua, sea cual sea la forma que ofrezca, ó el lugar que ocupe en el mundo: pero también se puede considerar desde un punto de vista químico; es decir, por las propiedades que cada clase de agua posee; las cuales dependen necesariamente de los cuerpos que las mineralizan, pues siendo tan variados en la naturaleza los cuerpos que disuelve, como variados en cantidad, cada río, cada manantial, cada fuente, cada porción de agua, por pequeña que sea, debe poseer propiedades especiales y distintas de las demás. Sin embargo, como hay cierta similitud entre las aguas que se hallan en análogas condiciones, aun cuando esas condiciones no sean las mismas, esa similitud hace que se reunan en grupos todas las aguas, comprendiendo en cada grupo aquellas que posean propiedades comunes á las individualidades.

La clasificación más generalmente aceptada, por ser la más perfecta, es la que separa estas aguas en tres divisiones: la primera es la de las *aguas dulces ó potables*, propias para beberlas y para ser empleadas en los usos domésticos, mejor dicho, para el cocimiento de los alimentos, el lavado y aseo personal, porque no hay otras que satisfagan mejor esas necesidades, muy especialmente la de la bebida, pues en sí contiene parte de los principios que el animal necesita para su nutrición, y para reparar los elementos que de su propia organización consume en sus funciones fisiológicas.

El segundo grupo ó segunda división, reune las aguas denominadas *aguas duras ó crudas*, que son caracterizadas precisamente porque carecen de las propiedades que hacen estimables las del grupo anterior: no son bebibles, no sólo porque su sabor está lejos de ser agradable y sí es repugnante, sino porque en la economía doméstica no pueden ser utilizadas en la preparación de los alimentos, pues endurecen las carnes y las legumbres, en virtud de que actúan químicamente sobre ellas; porque no pueden disolver el jabón, y naturalmente no sirven para el lavado. A estas aguas pertenecen dos tipos diferentes, pues son dos las clases que en este grupo se comprenden: una en que el cuerpo dominante de los que las mineralizan es el carbonato de calcio; la otra es en las que

domina el sulfato del mismo metal: sin embargo, fácilmente se convierten en aguas industriales, ó aprovechables en la industria; y en potable algunas veces las primeras, ó las de la primera clase.

El último grupo está formado por las aguas que reciben el nombre de *aguas minerales ó medicinales.* Este grupo ha sido el punto objetivo de los estudios y trabajos de los químicos, porque aun cuando las aguas de los otros grupos han sido perfectamente estudiadas, ni son tan variadas, ni tienen en sí el interés que ofrecen las aguas que se aplican en la medicina: grande, inconmensurable es ciertamente el campo que presentan para la investigación científica, é interesante bajo todos conceptos el problema que envuelven para las meditaciones de los sabios.

En efecto, á pesar que desde la época más remota, y sin que se tuvieran datos científicos en que apoyar el empleo de las aguas naturales en el arte de curar, ya se aplicaban: no obstante que desde los tiempos de Homero, Hipócrates y Plinio se aplicaban con mucha frecuencia, y que estos sabios atribuían á algunas aguas propiedades maravillosas: no obstante la antigüedad del uso de estos medicamentos, aún no se caracterizan de un modo perfecto, pues la química no aborda todavía estudios de ciertas combinaciones, ó del modo de ser de ellas, que sería el punto de partida único para el desideratum de esta cuestión por demás trascendental.

Se dice que las aguas medicinales son el medicamento general de las enfermedades crónicas, y muchos autores opinan que no se necesita conocer su naturaleza, es decir, su análisis, porque creen que curan por una causa ignorada, y no por sus componentes químicos: que su acción médica se debe referir al agua en primer lugar, luego á su temperatura, y por último, á los componentes ó substancias que las mineralizan. Otros creen que estas aguas son medicamentos complexos, que por lo mismo pertenecen á la polifarmacia, pues cuando se coloca en la clasificación una agua dada, entre las sulfurosas, no se quiere dar á entender que esa agua no contenga otros cuerpos en su composición, sino que el que determina su carácter es el dominante. Patiszier sostiene que las aguas minerales curan algunas veces, alivian generalmente y consuelan siempre.

Estas opiniones no tienen más fundamento que la carencia de conocimientos científicos: basta considerar que la materia, ó para expresar con propiedad esta idea, los cuerpos, obran sobre los organismos, y que la acción de esos cuerpos es correlativa á su composición, á su cantidad, á las circunstancias en que pueden ejercer su influencia, etc., para comprender que las aguas deben tener su acción propia y especial según su composición, la forma en que se apliquen, la temperatura que posean, la cantidad que de ellos se use, etc., etc. Si los prácticos se hubieran fijado en estos considerandos, seguramente se habrían formado una opinión bien distinta de estos medicamentos; hubieran hallado más aún, que siendo medicamentos ofrecidos por la naturaleza, poseyendo por lo mismo el modo de ser de lo que solamente ella puede dar, hasta hoy por lo menos, ni se podrían reproducir, ni mucho menos conocer ó caracterizar, si no eran estudiadas muy detenidamente á la luz de la ciencia.

Por desgracia, siempre que no se poseen los conocimientos necesarios para fundar una opinión acertada, se emiten ideas destituidas de fundamento: tales son las que se han consignado en el penúltimo anterior párrafo. Si las aguas no tuvieran caracteres físicos y químicos peculiares para cada especie y aun para cada variedad, no hubieran sido reformadas las clasificaciones que desde el tiempo de Plinio comenzaron á aparecer: seguramente hubiera subsistido la primera hasta nuestros días, quizá se hubiera afirmado más, porque la experiencia hubiera comprobado las teorías que fundaron aquella clasificación; pero es que hasta las últimas clasificaciones dejan que desear, porque no resuelven todavía problemas de verdadera trascendencia; éste por ejemplo: ¿al

principio mineralizador dominante es al que cada agua debe sus propiedades medicinales, ó son debidas á las de éste, que asociadas á las de otro ó á las de todos los contenidos en las aguas que mineralizan, tienen sobre el organismo? Cuestión es esta absolutamente importante, porque hasta hoy por más que la ciencia haya avanzado mucho, muchísimo, hasta el extremo de que el hombre se abisma á la sola contemplación de las conquistas que ha realizado en estos últimos tiempos, no se plantean todavía ciertas cuestiones, que ni se proponen por irresolubles, que solamente existen en el cerebro de los sabios, y que no se formulan porque su resolución es absolutamente problemática en la actualidad.

La química es la luz que ha iluminado el camino que han seguido todas las ciencias para llegar á su encumbramiento; sin ella, ni las ciencias naturales, que han influído poderosamente en los conocimientos positivos que caracterizan los últimos años de este siglo, que pueden tomarse como el punto de partida de todos los conocimientos especulativos y como la prueba irrecusable del adelantamiento de los pueblos civilizados: ni esas ciencias hubieran alcanzado el apogeo que las distingue, ni algunas otras hubieran tenido razón de ser; es de las ciencias la más importante y la que marcha á la vanguardia de la civilización, la que difunde la luz en los arcanos de lo desconocido para que el hombre marche por sus intrincados caminos; y no obstante sus avances, hay casos que no resuelve, como antes queda dicho, y entre ellos éste: se conocen las combinaciones de tal modo, que apenas se concibe que en este sentido pueda dar un paso más la ciencia en la vía del progreso; parece que á este respecto ya se pronunció la última palabra: la filosofía química satisface en grado absoluto, ha llegado hasta á prevenir lo que sucederá, de manera que forma listas de combinaciones en que éstas se suceden de un modo necesario, y cuando en una de estas listas falta un término porque no exista, consigna la constitución que tendrá cuando se prepare ó se descubra y hasta señala el nombre que necesariamente deberá tener, pues las reglas que se aplicaran se hallan establecidas de un modo tan firme, que transcurrirán los siglos futuros y no cambiarán nunca. Son muchos los ejemplos que se pudieran citar, comprobando la realización de estos pronósticos.

Se han estudiado las combinaciones entre los átomos de los cuerpos; las que éstas combinaciones pueden producir obrando sobre otras de igual gerarquía; pero las que se pudieran tener entre una combinación que en términos técnicos se llama saturada con otra igualmente saturada, aun cuando algunas se conocen, no se explican: para significar mejor lo que se quiere expresar, se pueden tomar como ejemplo las mismas aguas minerales. ¿Subsisten en las aguas los principios mineralizadores, tal cual se expresan en los análisis que de su naturaleza se consignan? ¿Obran fisiológicamente cada uno con sus propiedades particulares, como si cada uno de ellos estuviera contenido, él solo, en disolución en el agua? ¿No formarán entre todos los existentes en una agua cualquiera una combinación especial, cuya naturaleza sería completada con la misma agua, de modo que se pueda considerar un todo único, formado por los elementos que el análisis revela? Si los cuerpos simples se combinan subordinándose á la estética química, y los compuestos lo hacen obedeciendo las mismas leyes, pues lo mismo se maneja la materia simple que la compuesta, ¿no se podrá considerar en cada agua una combinación, definida naturalmente, pues sólo con ese carácter pueden ser admitidas las combinaciones, pero formada por todos los elementos que en ellas se hallan? Quizá esto es lo más probable, pero la química aún no entra al estudio de esa clase de combinaciones, y aun cuando se presienta que esto será lo que suceda, nada puede asegurarse fijamente en esta cuestión, porque faltan más que principios, pruebas.

Sin embargo, no por esto se debe creer otra cosa, porque cualquiera consecuencia que

se deduzca, es falsa: tanto es así, que hay químicos que abundando quizá en estas ideas no sólo no consignan los cuerpos que hallan en sus análisis, con la forma que comunmente se les da en trabajos de esta naturaleza, sino que ni se atreven á afirmar que exista en las aguas un cuerpo dado, aun cuando los reactivos le comprueben la existencia de los elementos que lo forman, porque, ya se ha dicho, no toca todavía la química el estudio de esa clase de combinaciones.

Para la mejor inteligencia de las ideas que se están emitiendo, se pueden considerar otros casos que tal vez con más perfección ponen de relieve el pensamiento de que se trata.

La influencia que los vegetales tienen sobre la economía animal, cuya acción ha explotado el hombre en la medicina, depende de la composición química de su jugo; quiere decir, del conjunto de principios inmediatos que éste contiene y que se forman en el organismo de las plantas durante su vida, los cuales se encuentran localizados ó en los diferentes tejidos del propio organismo ó en los órganos de los vegetales.

El uso frecuente de los cocimientos ó infusiones de las mismas plantas, ó de aquellas partes de éstas que de preferencia contienen mayor cantidad de estos compuestos, caracterizó la Terapéutica de la medicina de otros tiempos. No se conocía la naturaleza de esos compuestos, sólo se sabía que la infusión ó cocimiento de cualquiera vegetal podía dar un preparado que gozaba de todas las propiedades medicinales de la planta con que se confeccionaba: así se procuraba imitar á la naturaleza, pues el jugo de las plantas no es otra cosa que una disolución en el agua de todos los componentes, que en sus órganos se han formado y acumulado durante la vida del vegetal.

Avanzó la ciencia y redujo á extractos los cocimientos y las infusiones, cuyos extractos preparados según los preceptos del arte, contienen en la forma más próximamente natural, los componentes del jugo de los vegetales: en esta forma se empleaban con más comodidad los cocimientos ó infusiones, que por su sabor desagradable hacía inconveniente el uso de aquellos preparados. Pero se conoció el primer principio inmediato, la morfina; Derosne la descubrió en 1803: fué estudiada, se determinaron sus propiedades terapéuticas y aun su composición elemental; se dedujo de ese estudio que á la morfina debía el opio su acción medicinal; que este cuerpo que contenía la morfina obraba en el organismo precisamente porque contenía ese alcaloide; se pensó más, que cada planta debía contener el suyo: de esta idea surgió el descubrimiento del número infinito de alcaloides, ú otros principios inmediatos contenidos en la organización vegetal, enriqueciéndose por tanto la Terapéutica con muchos agentes curativos, que puede emplear en forma más apropiada y que poseen una acción más constante y segura: pero se ha llegado á descubrir que el opio no contiene sólo morfina sino más de diez alcaloides diferentes con su acción propia y peculiar cada uno de ellos; que las quinas y la digital contienen á su vez un número considerable de alcaloides, como sucede con los demás vegetales, que por lo mismo la acción médica de éstos no es debida á un solo principio inmediato: además, se ha llegado á demostrar que el opio no obra como la morfina pura ó cualquiera de sus sales, ni la quinina ni la digitalina obran en la economía animal del mismo modo que las quinas y la digital, ni ninguna planta posee la misma acción que cualquiera de sus alcaloides; y aun cuando la medicina ha hallado recursos terapéuticos en cada principio, y con absoluta firmeza los emplea, no espera nunca la acción peculiarísima del producto natural del jugo de la planta, sino el característico del mismo principio. Está, pues, probado que los jugos de los vegetales son unas combinaciones cuyos componentes son los principios inmediatos que contienen, y probablemente el agua en que se hallan disueltos; que son como la leche en los mamíferos, que aun cuando contienen los mismos principios en todas las especies, ni se hallan esos princi-

pios en la misma cantidad, ni se pueden reproducir por el arte, sino que se forma, por lo menos hasta hoy, bajo la influencia de la vida únicamente.

Fácilmente se deduce de lo manifestado en los anteriores párrafos, que, no obstante que desde Plinio comenzó el trabajo de la clasificación de las aguas medicinales, tomando como punto de partida datos químicos, no ha sido posible llegar á establecer clases de un modo tal, que subsistan invariables, y que no se alcanzará este resultado si no es que se resuelva el problema que ántes se ha indicado, relativo á si son ó no esas aguas combinaciones propiamente dichas: únicamente así se podrá fundar una clasificación absoluta hasta cierto punto.

Antes de Plinio se habían clasificado las aguas medicinales conocidas, en tres clases, apoyando su ordenamiento en uno de sus caracteres físicos, en la temperatura: por esto es que se distinguían tres clases: frías, tibias y termales. Plinio las dividió en cuatro, considerando el carácter químico más dominante en ellas: llamó *sulfurosas* la primera clase; *aluminosas* la segunda; *salinas* la tercera, y *bituminosas y ácidas* la cuarta.

Leroy propuso en 1758 una nueva clasificación, haciendo tres grupos solamente: comprendió en el primero las *aguas salinas;* en el segundo las *aguas alcalinas*, y en el tercero las *aguas ferruginosas;* mas Monnet, al mismo tiempo casi, propuso la que había organizado, de manera que se distinguieran tres clases también, pero subdividiendo la última: la primera es, según este ordenamiento, la de las *aguas sulforosas;* la segunda la de las *aguas alcalinas;* la tercera la de las *aguas ferruginosas:* la subdivisión es, las *vitriólicas* y las *no vitriólicas.*

Siguió á Monnet, Raulin en 1770, reduciendo las clases y ampliando el número de los géneros; propuso la siguiente clasificación:

Aguas minerales	Termales	Sulfurosas.
	Frías acídulas	Marciales.
		Nitrosas.
		Salinas.
		Agrillas.

Bergmann, en 1780, publicó la suya pretendiendo que fueran cuatro las clases: en contraposición, Duchannoy en ese mismo año dió á luz la clasificación que había dispuesto, proponiendo el aumento en número de las clases hasta once para especificar mejor las variedades.

Así se fueron sucediendo las publicaciones de nuevos trabajos dirigidos al mismo fin; trabajos que variaban de aspecto con las consideraciones que apoyaban cada uno de ellos, pues cada hidrólogo hallaba más importante lo que á su juicio estimaba de más valor: sin embargo, se nota inmediatamente que á medida que avanzaba la análisis química en la vía de su perfeccionamiento, las clasificaciones se hacían más perfectas. En esa sucesión de trabajos han merecido mención especial por su importancia, los siguientes: el de Foureroy, publicado en 1782; el de Bonillon-Lagrange, en 1810; el de Ossan, en 1829; el de Chenu, en 1840, que comprende ya catorce géneros: y los de Broguiard, Henry (padre é hijo), Pereira, y el de éste hidrólogo modificado por Gómez Pamo hace siete años.

Sin embargo, en 1854 se publicó una clasificación notable en el "Anuario de las aguas de la Francia," admitida por los redactores de esa obra, que además de ser muy bien fundada, según los conocimientos de la época, con ligeras variaciones es la misma que las admitidas por los más notables hidrólogos. De esa clasificación se toma la parte conducente al objeto de este opúsculo, que no es otro que comparar las aguas medicinales de Axocopan, cuyos manantiales se hallan ubicados en el Distrito de Atlixco, Estado de

Puebla, muy cerca de la ciudad, con algunas de las aguas de Francia, Bélgica y España, que se pueden considerar congéneres.

Dicha clasificación las ordena en tres clases, considerando los principios químicos dominantes que las mineralizan: aún más; dieron los autores de esa misma obra mayor importancia al radical electro–negativo de esos principios ó combinaciones: por esto nombraron la primera clase *aguas carbonatadas*, pues existe en ellas en mayor cantidad que los demás cuerpos electro–negativos el anhidrido carbónico; la segunda clase *aguas sulfuradas* ó *sulfatadas* por ser el azufre solo ó el ácido sulfúrico el dominante en cantidad, respecto de los demás componentes electro–negativos; y la última, las *aguas cloruradas*, en razón de ser el cloro el dominante. Los géneros fueron determinados por los componentes electro–positivos más abundantes que los demás contenidos en las mismas aguas; de suerte que la primera clase de aguas comprende dos géneros, el primero en que domina el hidrato de sodio ó sosa, y el segundo un hidrato de uno de los metales alcalino térreos. Además, el primer género se subdividió en dos especies, cuya distinción se apoya en la temperatura que poseen las aguas: así, se tiene la especie de las termales y la de las frías, según sea la temperatura que posean al surgir á la superficie de la tierra.

Conforme á ese ordenamiento, alguna de las aguas de Vichy y las de Chateau–neuf pertenecen á la clase de las *aguas carbonatadas*, al género *sódico* y á la especie de las termales; y otras de las aguas del mismo Vichy, las de Vals, Saint Alban, etc., en Francia, y las de Spa en Bélgica, son *carbonatadas*, *sódicas*, frías.

Estas consideraciones bastan para hacer la comparación de las aguas de Axocopan con las citadas en el párrafo anterior, á fin de apreciar aquellas en su verdadero valor.

V

Al Poniente de la ciudad de Atlixco, y á la distancia de cinco kilómetros poco más ó menos, se halla un terreno hermosísimo por su vegetación como todos los lugares de la tierra templada, rico en producciones vegetales, fértil hasta la exuberancia; terreno en donde se hallan ubicados los manantiales nombrados de Axocopan, porque pertenecen á la Municipalidad del pueblo del mismo nombre, en el Distrito de Atlixco.

El panorama que se contempla desde el lugar mismo de los manantiales, es de los más bellos, pues además de que lo agreste y fértil de esa comarca ofrece cuadros dignos de ser admirados, esos cuadros tienen un fondo de los más soberbios, porque la Naturaleza presenta allí toda la magnificencia de la creación: se ve al Oriente, en segundo término, el famoso cerro de San Miguel, célebre por su origen y el prestigio religioso de que goza entre los creyentes católicos; al pie de dicho cerro se extiende la ciudad: al Poniente se corta el horizonte por una sucesión de colinas de origen volcánico que se levantan por ese lado del terreno, y suministran materiales de construcción aún no explotados: por el Norte los espléndidos volcanes Popocatepetl é Ixtaczihuatl: en último término, hacia el Noreste, la no menos célebre montaña de la Malintzin; teniendo todo este cuadro por bóveda un cielo tropical, diáfano y purísimo, como sólo se observa en las regiones meridionales del mundo.

En ese lugar, rodeados, y en parte cubiertos por una rica vegetación, se hallan los manantiales cuyo croquis se adjunta. A la orilla del terreno que perfila la forma del depósito general, casi á la altura de la superficie del agua allí contenida, desemboca la que surge de esos lugares; de manera que todo el lado que comprende al Poniente del mismo depósito emite agua en cantidad excesiva; pero como algunas partes del terreno se prolongan hacia el centro del depósito, parece que lo dividen en cuatro partes, dos

de las cuales tienen denominación especial: la que se halla al Norte de la localidad la nombran manantial de la Nevería, á causa de la temperatura que allí tienen las aguas seguramente, pues marcan al termómetro centígrado 18°6: la parte más grande es conocida con el nombre de Manantial de los Baños, cuyas aguas poseen una temperatura de 19°6: en este lugar se tomaron las aguas para su estudio químico; las otras dos partes ó casi divisiones que resultan por las mismas prolongaciones del terreno, no tienen nombre, y sus aguas acusan la temperatura de 19°1.

Al consignar los resultados que se obtuvieron en el análisis que se practicó, se adoptan dos formas para expresar la naturaleza de los componentes de las aguas: en una, siguiendo las teorías indicadas en la cuarta parte de este opúsculo; y en la otra, observando el método y tecnicismo establecidos por la antigua escuela.

Estas aguas son perfectamente límpidas y diáfanas, de un sabor agradable é igual al que posee el agua común saturada de anhidrido carbónico; colocada en un vaso emite burbujas del mismo gas.

Hé aquí los resultados del análisis:

Densidad	1,0013
Residuo obtenido por evaporación espontánea	0,520
Idem idem en caliente	0,450

GASES.

Anhidrido carbónico	297,30 c. c. por litro.
Nitrógeno	24,10 c. c. ,,

COMPONENTES.

Acido sulfúrico	0,0300
Anhidrido carbónico	0,0767
Acido clorhídrico	0,0217
Idem silícico	0,1033
Hidrato de sodio	0,0687
Hidrato de potasio	0,0090
Idem de calcio	0,0068
Idem de magnesio	0,0040
Oxido de fierro	0,0085
Sesquióxido de aluminio	0,0161

Materia orgánica nitrogenada.

CONFORME AL USO ANTIGUO.

Sulfato de sosa	0,0530
Cloruro de sodio	0,0347
Bicarbonato de sosa	0,0660
Idem de potasa	0,0173
Idem de cal	0,0174
Idem de magnesia	0,0128
Idem de fierro	0,0188
Silicato de alúmina	0,0346
Acido silícico	0,0848

Materia orgánica nitrogenada.

VI

Siguiendo el programa que ha servido de guía en el desarrollo de este trabajo, se llega á un punto difícil en sumo grado por su misma naturaleza; el que se refiere á las aplicaciones de las aguas de Axocopan, objetos de este estudio. Algo es preciso decir sobre esta materia, porque el carácter de las causas que motivan la dificultad de este asunto, se presta perfectamente á la disertación.

En la cuarta parte de este opúsculo quedó expresado que todavía la Química no había llegado al grado de adelanto que se necesita, para que se forme la base sobre que debe descansar una clasificación capaz de dar á conocer inmediatamente los usos de estas producciones de la naturaleza. Si las combinaciones obran en el organismo animal de un modo preciso y necesario, y conforme á la constitución elemental de ellas mismas: si las substancias que mineralizan las aguas forman con ella un todo único, como allí queda dicho, cuando se lleguen á estudiar esa clase de combinaciones, á conocer la influencia que cada una de ellas tenga en el organismo y á descubrir la regla á que se hallan subordinadas respecto á sus propiedades características, entonces se sabrá, ó se podrán deducir inmediatamente cuáles serán las aplicaciones médicas á que se dediquen, y la Medicina contará entre los agentes terapéuticos uno de los más perfectos.

Por consecuencia, en la actualidad habrá que considerarse la constitución de las aguas de Axocopan conforme á las clasificaciones conocidas, y deducir por analogía, ó para hablar con propiedad, empíricamente, sus aplicaciones, pues no se ha hecho de estas aguas un estudio fundado en la experimentación: han faltado hasta hoy los elementos que son indispensables para realizar trabajos de este género, y faltarán por algún tiempo, porque no ha entrado completamente México á ese período de virilidad científica, distintivo de las naciones, que se han sabido exhibir ante el mundo con el carácter que puede hacerlas poderosas y estimables; es decir, no llega aún el período en que todo, absolutamente todo, sea conocido por el camino que sólo la luz de la ciencia puede iluminar.

Los principales elementos que se deben poner en juego para realizar estudios de esta clase, son dos: el primero es el apoyo que los gobiernos deben ofrecer á los trabajos de los hombres de ciencia, y el segundo el capital. Ninguno de los dos han podido desarrollarse, no obstante que ambos existen en México, porque las condiciones de vida en que esta nación ha estado colocada durante el transcurso de más de medio siglo, no han permitido que se exploten esos elementos. Ocupado desde 1810 en su guerra de independencia, en la conquista de su autonomía; posteriormente á esa época, en la organización y establecimiento de su gobierno, en el afianzamiento de sus instituciones, no ha podido fijar su atención ni menos consagrar sus afanes á su perfeccionamiento: es indispensable la paz para que las naciones se dediquen al estudio de sus riquezas; por esto es que hasta el presente, no ha hecho México lo que ha debido hacer en el sentido de su desarrollo, para presentarse ante la faz de las naciones civilizadas de la tierra con los atavíos propios de una cultura completa.

Ahora es diferente; los trece años de paz de que ha gozado la República han sido bastantes para que se vigorice de un modo absoluto el movimiento intelectual que comenzó á iniciarse desde el año de 1857, movimiento que ha asombrado á los viajeros inteligentes que han visitado esta hermosa porción del Continente Americano: trece años han sido necesarios para producir una metamórfosis sorprendente, pues en todos los Estados de esta Federación se ve palpitantemente el progreso: ahí están los Estados que caminan en la primera línea del adelantamiento de la Nación Mexicana: Guanajuato, conquistando las más sabias leyes sobre instrucción pública, que extinguirán hasta la última sombra del oscurantismo; fundando, por otra parte, ese mismo Estado, hace cuatro años próximamente, la Asociación de Ganaderos, con el fin de aclimatar razas que convengan al país, pues tuvo por objeto el Gobernador de esa importantísima entidad federativa, ensanchar la agricultura y ganaderías del mismo Estado, guiado por los conocimientos científicos que á este asunto se refieren: solamente hace cuatro años que el citado Gobernador lanzó su iniciativa, y ya se ven,—no ya se ven, esa no es la frase,—ya se palpan los resultados en las transacciones mercantiles que la referida sociedad ha practicado.

En el Estado de Puebla se ha realizado uno de los más grandiosos adelantamientos que pudieran esperarse de un período de paz tan pequeño, como es el de trece años; la fundación de uno de los más útiles planteles de instrucción, la Escuela de Artes y Oficios, en donde la ciencia pura está redimiendo de la ignorancia á muchos de los hijos del mismo Estado; en donde solamente la ciencia, ese foco de luz inextinguible, iluminará muchos cerebros que con el transcurso de los años llegarán á la altura á que han llegado los únicos obreros del engrandecimiento y poderío de las naciones, es decir, los industriales y los artesanos: y lo notable de ese plantel nacido ayer apenas, es, que no se circunscribe á dar á sus educandos los conocimientos prácticos en las artes ó industrias que enseña, sino que les ministra, además de la práctica en los ramos á que se dedican las personas que allí se instruyen, los principios científicos de los más importantes ramos del saber, como son las Matemáticas, la Mecánica, la Física, la Químiea, etc., ete.

En todos los Estados se observa un empeño decidido por establecer sobre bases sólidas la instrucción pública; el de México, el de Veracruz, todos á profía trabajan por obrar la maravilla de la redención del proletario por la instrucción y por la ciencia: el Gobierno Federal, en fin, se ocupa de dar el último toque al progreso de la República, procurando la uniformidad de la instrucción pública en todo el territorio, y que ella tome el carácter que en esta época debe tener: así es que, encaminada la Nación mexicana por el sendero de su mejoramiento y perfección reales, es de esperar que en poco tiempo presente al mundo toda su valía.

Mas para que este portento sea un hecho, es de todo punto indispensable que los gobiernos impulsen con mano vigorosa los esfuerzos de los hombres de cieneia: los trabajos que particularmente practiean las personas de saber, no pueden llegar al éxito, ni aun cuando esas mismas personas se asocien como lo han heeho para emprender estas obras, impulsadas únicamente por amor á la ciencia, porque todo esfuerzo que en este sentido se haga, resultará estéril. Cierto es que los estudios que han heeho las corporaciones científicas de la República, ó en particular los profesores, honran á México hasta donde es posible desear; y que esos mismos estudios podrían tomarse como la protesta más enérgica que se pudiera presentar contra cualquiera inculpación que á México se hiciera con este motivo; pero no basta esto, no hay un éxito como se debiera esperar, si no es que el Gobierno dé el sólido apoyo que á estas obras les falta. Lo que se ha hecho en la República respecto á estudios del mismo género que el que motiva este opúsculo, puede servir de ejemplo para hacer palpable lo que se está manifestando.

No es posible fijar el número de manantiales que existen en el territorio de la República, de los cuales muchos producen aguas que serían estimadas en el extranjero tanto cuanto merecen serlo, por la importancia de las aplicaciones terapéuticas á que dieran lugar, sin embargo, solamente se han hecho los estudios de las aguas de los manantiales que á continuación se expresan: los de las del Peñón de los Baños, Pocito de la Villa de Guadalupe y un pozo artesiano que se abrió en la misma Villa, Baños de Aragón, y del manantial de Santa Cecilia: estas fuentes se hallan ubicadas muy cerca de la capital de la República; los de las aguas de Chincho en Morelia, Salatitlán en Guadalajara, Derrumbada y Ojo de Santiago en Puebla; de un manantial en Monterrey; de otro de las Islas Marianas; de la Laja en Ahualulco del Mercado; de Valparaiso en Durango; de otro manantial en Atotonilco y de las aguas del lago de Texeoco: en suma, quince manantiales han sido estudiados, siendo de notar que el Estado de Puebla es uno de los más ricos de la Federación mexicana en esta elase de produceiones naturales: solamente en la capital de este Estado existe en el lado Poniente de la ciudad un terreno que ha producido mil manantiales de aguas sulfurosas termales, que no han sido estudia-

das de un modo perfecto; como existe otro manantial dentro de la población misma, que en manos extranjeras harían la fortuna de muchas generaciones de una familia, pues esas aguas, según la opinión de personas peritas, probablemente son bicarbonatadas ferruginosas, y el propietario de ese terreno ni sospecha tanta riqueza.

De lo expuesto en el párrafo anterior se deduce, que si esos estudios hubieran gozado del apoyo del Gobierno, se habrían conocido en el extranjero, como se conocen los que se han realizado en muchas de las naciones del Continente Americano, que tienen mucha menor importancia que México; es, pues, clara la necesidad que tienen esas obras de ser amparadas del modo que se indica; pero donde resalta aún más esa idea, en donde alcanza el grado de evidente es, en la circunstancia que determinó en Vichy el prestigio de sus aguas. El Gobierno Francés que poseía algunos de los manantiales de las aguas de esa localidad, los cedió á particulares con el fin de que se pusieran en explotación, en el concepto de que se organizara un establecimiento balneario, en el cual, siguiendo todos los preceptos de la ciencia, tomara nacimiento y desarrollo esa industria: se estableció ésta, se desarrolló hasta donde se pretendía, y es la que ha llevado la reputación de esas aguas por todos los ámbitos del mundo. Así impulsó el Gobierno esa grandiosa empresa que honra á la Francia, porque simboliza el refinamiento de la cultura de esa nación: el mismo Gobierno para dar reputación á las aguas de otros manantiales y hacer que se conozcan científicamente tanto las propiedades de ellas, como los usos médicos á que se destinan, ha establecido inspecciones que las estudien, como en Mont-Dore, Vals, etc., y aun ha decretado reglamentos para la explotación de esos productos de la naturaleza. Por curiosidad, como comprobación y aun como fundamento firmísimo de lo que se está aduciendo, veamos estos datos.

Muchas obras científicas reputadas en Europa, han procurado engalanarse con los datos que de todas las naciones del mundo pueden adquirir, pues la ciencia que es cosmopolita considera suyo lo que existe en cualquiera parte, y por eso es que recoge con empeño y reputa como joyas de inestimable valor, los conocimientos que para su ensanchamiento le pueden ofrecer todas las naciones: se ven por esta causa en muchas obras de medicina consignados los estudios de las aguas medicinales del mayor número de las naciones del Continente Americano: y es notable, notabilísimo, que hasta la ménos importante de ellas, la República de Guatemala por ejemplo, haya ofrecido su presente á la ciencia, y México, que es la más rica y más hermosa de todas, no haya tenido ni la flor científica más humilde con que obsequiarla.

Hé aquí los datos.

El Brasil ha dado á conocer la composición química y las aplicaciones de muchas de las aguas medicinales que posee, y son las siguientes: las que producen los manantiales de Campancha y Caxambú en Minas Geraes; Itapicurú en Bahía; Pajehú de Flores en Pernambuco, y Parnagna en Pianchy.

La República Argentina ha dado á luz el estudio de las siguientes, ya en su constitución química como en sus usos: las de Capí, Challao ó Borbollón y de Villa-Vicencio en la provincia de San Juan; las del Baño de los Reyes cerca de Jujú; las del Río de los Papagayos, del Rosario de la Frontera y las del Paraíso en Salta.

Del mismo modo y en los mismos puntos de vista, el Perú ha dado el estudio de las siguientes: los de ocho manantiales de Arequipa en Cachicadan, cuyas distintas muestras fueron exhibidas en la Exposición de París en 1878: de las de Jocos, Llacla, Brioso, Chancos, Chavín, Minabamba ó Pacatqui, Pamabamba y Tablachaca en Anchas, y las de Shanger cerca de Caraz.

Igualmente la República chilena ha ofrecido los siguientes: de las de Apoquindo en Santiago; de Catillo en Villa del Parral; de Canquenes, cerca de la ciudad de ese nom-

bre; de Chillán, cerca también de la ciudad del mismo nombre; de Jahuel en la provincia de Aconcagua; las de la laguna de Maule; las de la laguna de Moncada; de Panimávida, cerca de la Villa de Linares; del Parral en esa Villa; de San Fernando allí mismo; de Tinguiririca, cerca de San Fernando; las de Toro en los Andes de Coquimbo.

Venezuela también ha hecho conocer en los mismos sentidos éstas: las de Barcelona, de Batatal, de Cumaná, de Germán en Masqueta; de Guadalupe en Vela; de Mapurite en Caracas; del Pozo del Chorro, cerca de la Guayra; del Pozo de Piedra, entre Caracas y la Guayra; de San Juan de los Moros, cerca de Guarume y de las Trincheras, donde hay un grandioso establecimiento balneario.

A su vez, Bolivia ha presentado los estudios de las que siguen: las de Atacama en el departamento de San Francisco; las de Paria en el de Oruro, y las de San Diego cerca de Potosí.

Las aguas cuyos estudios ha ofrecido la República de Guatemala, son: las de Alcoles; las de Vera-Paz; las de Medina en la ciudad de Anti-Guatemala, donde existe un magnífico establecimiento de baños.

Colombia ha ofrecido un solo estudio, el de las aguas de Quetame, pero allí existe un establecimiento balneario que satisface todas las necesidades de sus clientes.

Ninguna de las naciones ántes citadas pueden compararse en sus elementos naturales y científicos con los que México posee; sin embargo, sus gobiernos han sabido dar un impulso vigoroso á la explotación de esos productos naturales; y llama la atención que ninguna agua de los manantiales antes citados pueda gozar del prestigio que conquistarán las de Axocopan. Todavía más: la Isla de Cuba ha dado su contingente á la ciencia, y ha sabido colocarse á igual altura de las naciones del Continente Americano, en ese sentido, ofreciendo el estudio de las aguas del manantial de San Diego, que se halla cerca de la Habana. Por último, se puede citar la Isla de San Miguel, una de las Azores, que posee un manantial de aguas cuya composición y propiedades terapéuticas son ya conocidas, y comprendidas en las listas de aguas medicinales, que consignan algunas obras médicas.

Chernovis, en su "Guía Médica," editada en 1880, publica seis mapas, de los cuales cinco intitula "Mapas Balnearios" y están formados por los territorios en que se comprenden los manantiales de aguas medicinales que en ellos se producen. El primero abarca la España y el Portugal; el segundo la Francia central y meridional; el tercero la Francia occidental y septentrional y la Bélgica; el cuarto la Alemania y la Suiza; el quinto el Continente sur-americano; el último, es decir, el sexto, no es un mapa balneario como los otros, sino un simple plano topográfico de la América Central, México, y Estados Unidos del Norte.

Después de haber pasado en revista el propio número de datos consignados hasta aquí, que se refieren á las aguas conocidas que poseen las naciones del continente, y aun las últimas de las Islas de Cuba y San Miguel; datos con los que se atavían muchas obras científicas de Europa, se puede preguntar: ¿no es verdaderamente lamentable que México que está muy más alto que cualquiera de las naciones citadas, sea cual sea el aspecto en que se considere, no haya podido ofrecer hasta hoy nada á la ciencia? ¿no es digno de lamentarse que los gobiernos de este país no hayan tenido tiempo de ocuparse de cuestiones tan importantes como ésta?

Si, pues, no existen más datos de los casos en que se aplican las aguas de Axocopan, que los suministrados por el vulgo, los cuales en ningún caso pueden formar una autoridad competente para el juicio, habrá que deducir las aplicaciones en que deban estar indicadas, siguiendo el método empírico que se ha dicho, esto es, considerando los casos de aplicación de las aguas congéneres.

De los quince manantiales que existen en el famoso establecimiento de Vichy, siete producen aguas frías; éstos son: las fuentes des Celestins, Hauterive, Mesdames, Lanband, Saint-Yorre, Elisabeth y Sainte Marie. No todas las aguas de estos manantiales se emplean en los mismos casos, pues la tradición y las observaciones médicas han señalado aplicaciones muy especiales á cada fuente: las aguas de las fuentes des Celestins están dedicadas exclusivamente para el uso interno en los casos de gota y arenillas; las de la fuente de Hauterive son esencialmente digestivas, y convienen en particular en las arenillas y en los ingurgitamientos del hígado y del bazo; las de la fuente de Mesdames se dedican para las señoras y los niños en los casos de dispepsia y en cuantos reclaman una medicación tónica; pero en general se usan para la curación de las afecciones de las vías digestivas, como dispepsia y gastralgía, enfermedades del hígado, cólicos hepáticos, ingurgitamiento del bazo, gota, diabetes, enfermedades de la piel, dismenorrea, ingurgitamientos crónicos del útero. Además se explotan estas aguas embotelladas y se practican evaporaciones, para tener un residuo que contiene todas las sales que las mineralizan, y que se venden con el nombre de Sales de Vichy en todos los mercados del mundo.

El establecimiento balneario de Vals posee más de cincuenta manantiales, entre los que se ennumeran los que producen aguas bicarbonatadas sódicas frías: éstas se administran en bebidas y en baños: las enfermedades en que se emplean, son: hipertrofia del hígado, cólicos hepáticos, catarro de la vejiga, arenillas, gota, diabetes, albuminuria. Transportadas las aguas de Vals se conservan perfectamente, y se expenden no sólo en toda la Francia sino en el extranjero.

Las aguas alcalinas frías de Evian, cuyos manantiales se hallan en Francia, como los anteriores, se explotan en la estación balnearia que se encuentra en las orillas del lago de Ginebra: son parecidas en su composición á las de Vichy, Vals y Axocopan: se propinan en forma de bebida, á cuyo efecto hay conductos apropiados para este uso: además, se aplican en baños, pues también hay una instalación completa de hidroterapia, duchas de diferentes especies, y empleados prácticos en ese servicio. Se tratan con muy buen éxito las arenillas, catarros de la vejiga, ingurgitamientos de la próstata, gastralgía, enfermedades del estómago y del intestino.

Unas de las siete importantes fuentes de Spa, en Bélgica, producen aguas que se usan en bebidas á la dosis de ciento veinticinco gramos, y progresivamente dos, cuatro y hasta ocho dosis iguales á la primera, por día; los baños, duchas y demás procedimientos hidroterápicos, constituyen el suplemento del uso interno de las aguas de Spa. Un grande y moderno establecimiento reune todos los medios balnearios: ochenta pilas; duchas de todo género; cuatro salas hidroterápicas; una pequeña piscina, otra de natación; estufas, salas de transpiración, baños y duchas de vapor, baños de lodo mineral. Las aguas de Spa aprovechan en la anemia, debilidad, neurosis por pérdida de sangre, agotamiento nervioso, caquexias palustres; otras, dispepsia, diarreas crónicas, enfermedades del útero· soportan el trasporte y pueden conservarse para llevarlas á largas distancias.

De las muchas fuentes que en toda la España existen, raras son las que producen aguas que puedan comprenderse en el grupo de las aguas de Vichy, Vals, etc.; entre esas raras se enumeran las de Sobrón y Soportilla, en la provincia de Alba: se utilizan en bebida y baños en los casos de arenillas, infartos del hígado y del bazo, gastralgía, dispepsia y gota: en casos iguales se usan las aguas de los manantiales de Sonzas y Caldeliñas, también en España, en la provincia de Orense, así como las aguas de Segura, en la provincia de Teruel.

Siendo las aguas de los manantiales de Axocopan, si no iguales á las citadas antes,

porque no hay dos manantiales en el mundo que produzcan iguales aguas, pues hasta en el conjunto de varios manantiales que se hallan en el mismo terreno, no sólo difieren en naturaleza química sino aun en la temperatura, como sucede con las aguas de Vichy, Vals, Axocopan, siendo, pues, próximamente iguales á las con que se comparan, muy probablemente las aplicaciones que de ellas deban hacerse, serán las mismas: difieren entre sí las aguas que hasta aquí se han considerado, y sin embargo no hay gran diferencia en sus aplicaciones: lógico por consecuencia es admitir que las aguas de Axocopan deben tener los mismos usos y aplicarse en los mismos casos.

Pero es necesario no olvidar que con el fin de hacer las apreciaciones que sobre aplicación de las aguas de Axocopan, que se dejan apuntadas, se han tomado en consideración exclusivamente las comparaciones empíricas de que se ha hecho mérito; que se ha acentuado perfectamente la opinión de que cada agua debe constituir una individualidad química, una sola especie definida; que por lo mismo nada de lo que se tiene indicado respecto del mismo punto, se puede considerar con un carácter absoluto. Si llegare, que llegará indudablemente, el tiempo en que se clasifiquen las aguas como se ha expresado en otros lugares del presente opúsculo, en vez de que las aguas sean congéneres en el sentido lato de esta palabra, lo serán más bien las aplicaciones terapéuticas que las propias aguas; ó para darles ese carácter, será preciso que se consideren en un sentido terapéutico, pero nunca en el sentido químico: así se puede expresar la idea de similitud de aplicaciones de las aguas que se han denominado congéneres.

Por último, para completar el cuadro de consideraciones relativas á los usos de las aguas medicinales, se deberá exponer algo referente á la acción especialísima que tienen sobre el organismo animal; acción consecutiva al estado eléctrico particular en que se hallan al surgir á la superficie de la tierra.

Desde los primeros años del presente siglo, en 1819, Michel Bertrand emprendió el estudio de la acción que la electricidad podía ejercer sobre las aguas medicinales de las fuentes de Mont-Dore, en donde tenía el cargo de inspector de aquellos manantiales; pero ni tuvo éxito satisfactorio, ni se estimaron sus trabajos; muy al contrario, se relegaron al olvido y permanecieron así hasta el año de 1863 que Scouteten, queriendo conocer cuál era el principio activo de esas aguas, emprendió de nuevo los mismos trabajos, empleando en sus estudios aparatos eléctricos mucho más perfectos que los que empleara Bertrand. A estas investigaciones se sucedieron las de Leconte en 1863, de Lambron en 1864, y las de Schuepp en 1865. De los estudios de estos sabios se deduce, que en virtud de la acción que el aire ejerce sobre las aguas, se verifican las transformaciones de los cuerpos que las mineralizan, produciéndose en consecuencia una corriente eléctrica en la superficie de las aguas, la cual desarrolla otra en las capas inferiores de la misma masa de aguas; de esas corrientes se origina un movimiento eléctrico de las capas superiores á las inferiores, y de éstas á las otras; que un cuerpo cualquiera sumergido en las aguas, aumenta la intensidad de la corriente; y que introducido el cuerpo humano en un manantial ó en un estanque que contenga aguas medicinales, las partes del cuerpo que tocan las capas profundas del agua, se electrizan negativamente, y las que están en contacto con las capas superiores ó fuera del agua, se electrizan positivamente.

VII

La última parte de este opúsculo debiera ser consagrada á tratar de lo relativo á la explotación de las aguas de Axocopan; pero como en la actualidad puede ser prematuro este asunto, no habrá necesidad más que de hacer algunos apuntamientos á este respecto.

Indudablemente que por su naturaleza las aguas de esos manantiales ofrecen un campo á la explotación, verdaderamente amplio, ilimitado, por las múltiples formas en que se pueden aplicar, pues de cuantos modos se usan las aguas de Vichy, pueden aplicarse éstas: desde la exportación tal cual surgen en las fuentes, hasta en la forma de polvo, producido por la evaporación para obtener un medicamento análogo al que se usa profusamente en todos los mercados del mundo con el nombre de Polvos ó Sales de Vichy. Efectivamente, siendo esas aguas de la clase de las frías que se producen en el mismo Vichy, embotelladas, observando para efectuar esta operación las reglas prescritas en los reglamentos relativos, pueden conservarse mucho tiempo, lo cual permite llevarlas á cualquiera distancia: evaporadas para recoger los productos sólidos que en esa operación se obtienen, ese producto revestiría la forma de los polvos antes mencionados: en cuanto á la aplicación directa habría que realizarla en todos los modos en que se usan aquellas aguas, los cuales se pueden considerar en el relato siguiente:

Desde que la Compañía concesionaria del Gobierno francés tomó por su cuenta aquella negociación, en 1853, fundó á orrillas del río Allier, donde se hallan ubicados los manantiales, cerca de la ciudad que está cercada de colinas cubiertas de vigorosa vegetación, lugar de un clima templado, conveniente sobre todo á los enfermos durante los meses de Mayo á Agosto, fundó, pues, el grandioso establecimiento que allí existe, organizando trescientas seis pilas, una piscina para veinte personas, diez y siete duchas ascendentes, diez y ocho con pilas, doce grandes duchas de percusión y gabinetes con irrigadores. El desarrollo de gas carbónico en las fuentes, ó por las evaporaciones, se aprovecha en duchas gaseosas para el tratamiento del ozena y de las enfermedades de los oídos: la organización del establecimiento de Vichy es tal, que se pueden dar hasta dos mil ochocientos baños por día, empleando muy especialmente las fuentes que producen aguas frías como las de Mesdames. Las fuentes des Celestins se aprovechan casi exclusivamente para propinar en la forma de bebidas, las aguas que producen: las de las fuentes de Hauterive, Celestins y Saint-Yorre, en primer lugar, para la exportación tal cual es producida por esos manantiales: en segundo lugar, las de los manantiales de Mesdames y Sardy; en tercero y último, una sola fuente de las termales se emplea en la misma exportación.

Todas esas formas de empleo pueden tomar las aguas de Axocopan, porque precisamente están en las mismas condiciones que las de los manantiales antes citados: una ventaja que tienen aquellas aguas, las de Axocopan, sobre las de Vichy, que sus manantiales se hallan en una posición geográfica propia para la explotación durante todo el año, pues el clima es absolutamente favorable para ese fin: si el establecimiento de Vichy se halla abierto todo el año para el servicio del público, solamente se considera buena la estación de Mayo á Agosto: en Axocopan el invierno es un período de primavera absolutamente favorable á los enfermos.

Bastan estas ligeras consideraciones para dar una idea de lo que es posible esperar de la explotación de las aguas de Axocopan.

